

Opinnäytetyö (AMK)
Kala- ja ympäristötalous
Iktyonomi
2017

Jari Kosonen

TUUSULANJÄRVEN TEHOKALASTUS VUOSINA 1997–2016



Jari Kosonen

TUUSULANJÄRVEN TEHOKALASTUS VUOSINA 1997–2016

Tämän työn tarkoituksena on esitellä Tuusulanjärvessä toteutettuja järven tilan parantamiseksi tehtyjä hoitotoimenpiteitä ja keskittyä erityisesti järvessä toteutettuun ravintoketjukurinnotukseen eli tehokalastukseen vuosina 1997–2016. Työssä tarkastellaan toteutettujen tehokalastusten saalismääriä ja lajisuhteita ja pohditaan, millä tavoin tehokalastus on vaikuttanut Tuusulanjärven tilaan.

Tehokalastuksilla on pyritty vaikuttamaan järven sisäisen kuormituksen määrän vähentämiseen poistamalla särkikaloja järvestä. Särkikalat käyttävät ravinnokseen kasvipanktonia laiduntavia eläinplanktonlajeja. Särkikalat myös möyhivät järven pohjan sedimenttiä etsiessään ravintoa. Näin tehdessään ne vapauttavat pohjaan sitoutuneita ravinteita, muun muassa fosforia, takaisin veteen, ja lisäävät näin järveä rehevöittäviä ravinteita. Tämän seurauksena esimerkiksi haitallisten levien, kuten sinilevien määrä kasvaa järvessä.

Tehokalastukset toteutettiin aluksi pyytämällä kalaa rysillä sekä nuottaamalla. Vuodesta 2008 lähtien tehopyynti on tapahtunut nuottaamalla kaloja syksyisin. Tehokalastuksessa saaliiksi saatiin tarkastelujakson aikana 878 523 kilogrammaa ja yli 140 miljoonaa kappaletta kalaa. Keskimääräinen hehtaarisaa-
lis oli 73,7 kilogrammaa hehtaari-
lta ja saaliskertymä oli 1475,2 kilogrammaa hehtaari-
lta. Pyydetyimmät saalis-
lajit mas-
san mukaan olivat särki (*Rutilus rutilus*) ja lahna (*Abramis brama*). Pyydetyimmät saalis-
lajit kappalemäärän mukaan olivat särki (*Rutilus rutilus*) ja kuore (*Osmerus eperlanus*).

Tehokalastuksen ja muiden järvellä tehtyjen hoitotoimenpiteiden seurauksena järven a-klorofyllipitoisuudet ja kokonaisfosforipitoisuudet ovat laskeneet. Myös sinilevien määrä järvessä on vähentynyt huomattavasti.

ASIASANAT:

Tuusulanjärvi, tehokalastus, a-klorofylli, fosfori, särkikalat

Jari Kosonen

LAKE TUUSULANJÄRVI MASS REMOVAL CATCH BETWEEN YEARS 1997–2016

The purpose of this thesis is to present different restoration methods implemented in Lake Tuusulanjärvi aimed to improve the condition of the lake and focus mainly on biomanipulation which means the mass removal of cyprinid fish between years 1997–2016. In this work, the main focus is to examine the impact of mass removal of fish on fish stocks and stock ratio as well as consider how the mass removal of fish have affected the state of Lake Tuusulanjärvi.

Mass removal of fish have been performed in order to lower the internal load of nutrients of the lake by removing cyprinid fish. Cyprinid fish feed on zooplankton, which graze on phytoplankton. Cyprinid fish also stir the surface of the bottom sediment layer of the lake when seeking food. While stirring the sediment, they release nutrients, such as phosphorus that has been indented in the bottom sediment, back to the lake water. By doing so they increase the lakes eutrophic nutrients. Because of this mechanism for example, the number of harmful algae, such as blue-green algae, starts to increase.

The mass removal of fish was first conducted by fishing with fyke nets and with seines. From year 2008 onward mass removal has been conducted by using only seine in the autumn. In the mass removal of the fish in the time period from 1997 to 2016 the catch was 878 523 kilograms and over 140 million pieces of fish. The average hectare catch was 73,7 kilograms per hectare and the catch accumulation was 1475,2 kilograms per hectare. The most caught fish by mass were roach (*Rutilus rutilus*) and bream (*Abramis brama*). The most caught fish by number of pieces were roach (*Rutilus rutilus*) and smelt (*Osmerus eperlanus*).

Because of the mass removal of fish and other restorations made in the lake, the chlorophyll-a levels and phosphorus levels have dropped. Also, the number of green-blue algae has decreased significantly.

KEYWORDS:

Lake Tuusulanjärvi, mass removal of fish, chlorophyll-a, phosphorous, cyprinid fishes

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 TUTKIMUSALUE	7
3 TOTEUTETUT HOITOTOIMENPITEET	9
4 TEHOHOKALASTUKSEN TOTEUTUS	12
5 TEHOKALASTUKSEN TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	13
6 HOITOTOIMENPITEDEN VAIKUTUKSET JÄRVEN VEDENLAATUUN	19
7 YHTEENVETO JA POHDINTAA	22
LÄHTEET	23

KUVAT

Kuva 1. Karttakuva Tuusulanjärvi (Maanmittauslaitos 2017).....	7
--	---

KUVIOT

Kuvio 1. Tehokalastuksen vuosisaaliit kilogrammaa/hehtaari vuosina 1997–2016.	13
Kuvio 2. Pyydyskohtainen saalisjakauma Tuusulanjärven tehokalastussaaliissa vuosina 1997–2016.....	15
Kuvio 3. Kokonaissaaliin vuosikohtainen lajijakauma massan mukaan vuosina 1997–2016	16
Kuvio 4. & Kuvio 5. Tuusulanjärven tehokalastusten saalisjakauma massan (vasemmanpuoleinen kuvio) ja kappalemäärän (oikeanpuoleinen kuvio) mukaan vuosina 1997–2016.	17
Kuvio 6. Särjen, lahnan ja pasurin määrän vaihtelu tehokalastussaaliissa vuosina 1997–2016.....	18
Kuvio 8. a-klorofylli kasvukauden keskiarvo (kesä-syyskuu) Tuusulanjärven syvänteellä vuosina 1995–2016 (päälyysvesi 0–2 metriä).	19
Kuvio 9. Kokonaisfosfori päälyysvesi (0-2 metriä) kasvukauden keskiarvo Tuusulanjärven syvänteellä 1995–2016.....	20
Kuvio 10. Kokonaisfosfori alusvesi (8-9 metriä) kasvukauden keskiarvo Tuusulanjärven syvänteellä 1995– 2016.....	21

TAULUKOT

Taulukko 1. Tuusulanjärven kalaistutukset vuosina 1997–2017.	10
Taulukko 2. Syysnuottausten vetomäärät ja saaliskoot vuosilta 1997–2016 (Särkikalat: särki, lahna ja pasuri. Muut kalat: ahven, kiiski, kuore, sorva, salakka, kuha 0+).	14

1 JOHDANTO

Tuusulanjärvi ja sen lähialueet ovat olleet keskeisessä osassa Järvenpään, Tuusulan, Keravan ja myös koko muun Keski-Uudenmaan kehityksessä. Järven ympärille on sijoittunut asutusta ja järven ympäristön maita on ajan saatossa voitu ottaa viljelyskäyttöön edullisesti. Tuusulanjärven ympäristössä asuu noin 100 000 ihmistä. Järvellä on tärkeä virkistys- ja luontoarvo sen ympäristön asukkaille. Tuusulanjärvi on osa Vantaanjoen vesistöaluetta ja se on Vantaanjoen vesistöalueen suurin järvi.

Tämän työn tarkoituksena on esitellä Tuusulanjärvessä toteutettuja järven tilan parantamiseksi tehtyjä hoitotoimenpiteitä ja keskittyä erityisesti järvessä tehtyyn ravintoketjukurkennostuksen osaan eli järvessä toteutettuun tehokalastukseen. Tehokalastusten lisäksi järveen on istutettu petokaloja tukemaan ravintoketjukurkennostusta. Työssä tarkastellaan toteutettujen tehokalastusten saalismääriä ja lajisuhteita, sekä pohditaan, millä tavoin tehokalastukset ovat vaikuttaneet Tuusulanjärven tilaan.

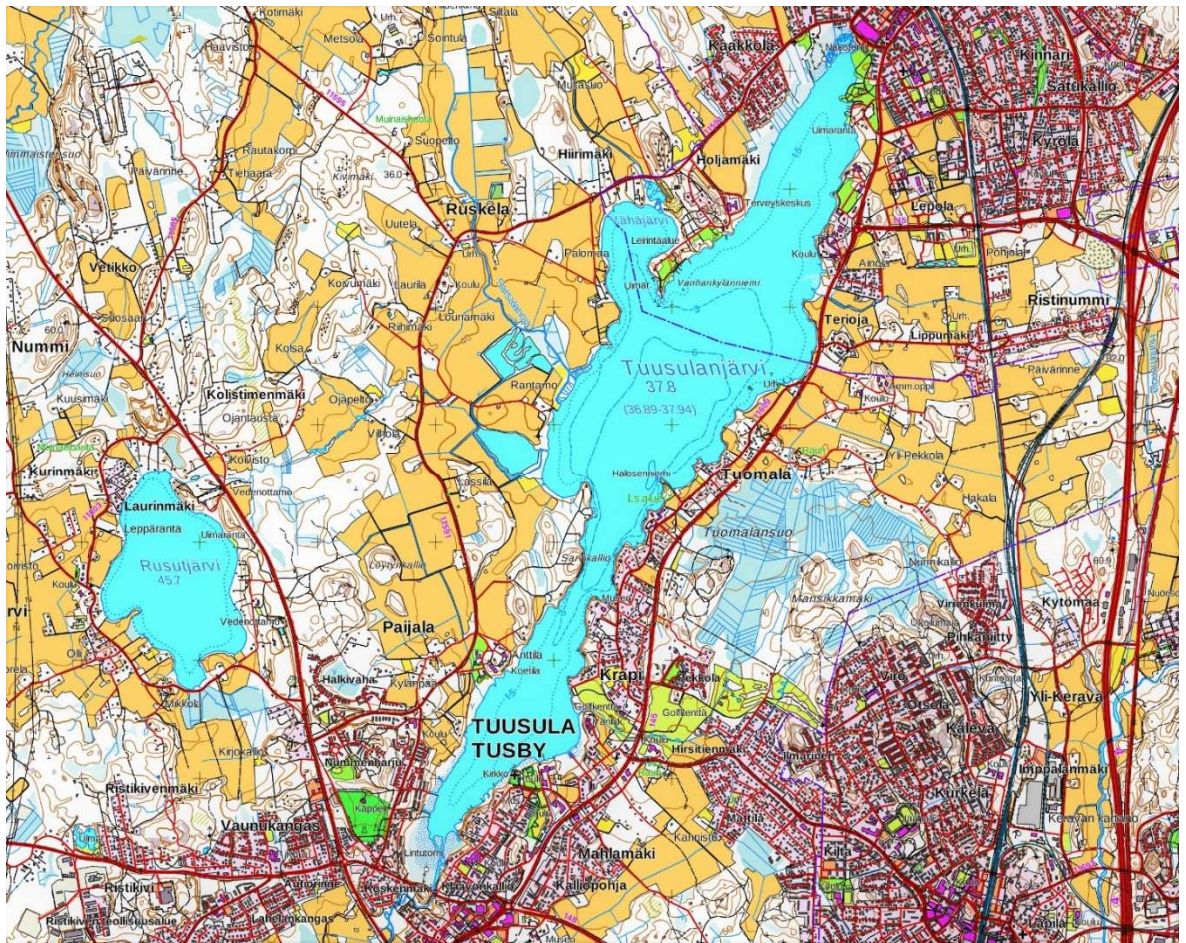
Yhteyttävien levien määrää kuvaavan a-klorofyllin määrän vaihtelu on tärkeä mittari toteutettujen tehokalastusten ja muiden järvellä tehtyjen hoitotoimenpiteiden onnistumisen arvioinnissa.

Tehokalastuksilla on pyritty vaikuttamaan järven sisäisen kuormituksen määrän vähentämiseen ja järven kalaston lajisuhteiden muuttamiseen poistamalla särkikaloja järvestä. Särkikalat käyttävät ravinnokseen kasviplanktonia laiduntavia eläinplanktonlajeja, tämä aiheuttaa haitallisten levien määrän kasvua järvessä sekä järven veden saamenemista. Särkikalat myös möyhivät järven pohjan sedimenttiä etsiessään ravintoa. Toimiessaan mainitulla tavalla, ne vapauttavat pohjaan sitoutuneita ravinteita, mm. fosforia, takaisin veteen ja lisäävät näin järveä rehevöittäviä ravinteita. Särkikalat myös siirtävät ravinteita järven sisällä veden pohjakerroksesta veden pintakerrokseen tehdessään vuorokautisia ravinnonhankintavaelluksia. Ravinteet leviävät järven eri kerrosten välillä särkikalojen ulosteen välityksellä.

Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymän toimeksiannosta toteutetut tehokalastukset on eri vuosina suoritettu eri ammattikalastajien ja vapaaehtoisten teki-
jöiden voimin.

2 TUTKIMUSALUE

Tuusulanjärvi on Keski-Uudellamaalla sijaitseva rehevä järvi. Tuusulanjärvi on Uudenmaan maakuntajärvi. Järven ekologinen tila luokitellaan välttäväksi. Tavoitteena on saada järvi ekologisesti hyvään tilaan vuoteen 2021 mennessä. Tuusulanjärvi on osa Vantaanjoen vesistöaluetta. Tuusulanjärven valuma-alueen pinta-ala on 92 neliökilometriä, siihen sisältyy Rusutjärven valuma-alue, joka laskee vetensä Tuusulanjärveen Vuohikkaanojan kautta (Kuva 1). (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymä 2017.)



Kuva 1. Karttakuva Tuusulanjärvi (Maanmittauslaitos 2017).

Tuusulanjärven valuma-alue sijoittuu Järvenpään kaupungin ja Tuusulan kunnan alueille niin, että 33 % valuma-alueesta on Järvenpään kaupungin alueella ja 67 % Tuusulan kunnan puolella. Lähes puolet järven valuma-alueen maaperästä on savimaata. Tästä johtuen järven vesi on luontaisesti savisameaa. Tuusulanjärven valuma-alueesta noin kolmannes on peltoa ja viidesosa asuttua aluetta. Loput valuma-alueesta on suota ja metsää. (Aronsuu 2001, 7-9.)

Tuusulanjärvi on profiililtaan melko matala järvi. Sen keskisyvyys on 3,2 metriä ja syvin kohta on 10 metriä. Järven vesitilavuus on 19 miljoonaa kuutiometriä ja järven pinta-ala on noin 6 neliökilometriä (592ha). Tuusulanjärven veden teoreettinen viipymä järvessä on 250 vuorokautta. Järvi laskee vetensä Tuusulanjokeen (Kuva 1). (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 1984, 14–16.)

Tuusulanjärveen laskee kymmenkunta suurempaa puroa. Suurimmat näistä ovat Saralanoja, Mäyränoja, Vuohikkaanoja ja Piilioja (Kuva 1).

3 TOTEUTETUT HOITOTOIMENPITEET

Tuusulanjärven huonoon tilaan havahduttiin 1970-luvulla. Laajat sinileväkukinnot vaivasivat järveä vuosittain. Järven tilan parantamiseksi ryhdyttiin useisiin erilaisiin hoitotoimenpiteisiin. Järvenpää ja Tuusula rakensivat yhteisvoimin jätevesiviemärin, jonka ensimmäinen osa valmistui 1979. Tämä paransi järven tilaa huomattavasti. Jätevesiviemärin avulla saatiin johdettua Järvenpään kaupungin jätevedet, jotka aikaisemmin valuivat Tuusulanjärveen puhdistamattomina, Viikinmäen jätevedenpuhdistamoon. Myös Tuusulan, Keravan ja osittain Pohjois-Vantaan viemäroidyt jätevedet liitettiin myöhemmin meriviemäriin. (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 1984, 5; Aronsuu 2001, 8.)

Tuusulanjärven keskisyvänteen ja sen pohjan sedimentin huonoa happitilannetta on pyritty parantamaan ilmastamalla järven syvänteen alusvettä. Ilmastus on toteutettu tehokkailla pumpuilla, joiden toimintaperiaate on kierrättää hapekasta pintavettä järven pinnasta sen pohjalle. Talviaikainen ilmastus Tuusulanjärven syvännealueella aloitettiin 1972. Kesäaikainen ilmastus aloitettiin 1980. Vuonna 1998 aloitettiin tehoilmastus, kun huomattiin järven alusveden happitilanteen heikkenevän voimakkaasti useana peräkkäisenä kesänä, pitkien lämpimien jaksojen seurauksena. Veden kerrostuminen aiheuttaa happikatoa pohjassa, koska hapekas lämmin vesi ei sekoitu viileän alusveden kanssa (Niinimäki & Penttinen 2010, 23–25). Kesäaikaisen tehoilmastuksen avulla on pyritty saamaan aikaseksi syystäyskierron kaltainen ilmiö jo keskikesällä. Jos järven pohjalla oleva vesi ja pohjan sedimentti ajautuvat hapettomaan tilaan, pääsee sedimentistä vapautumaan fosforia veteen ja tämä taas lisää veden ravinnepitoisuutta ja sitä kautta esimerkiksi levien määrää järvestä. Talvisin ilmastimia on käytetty happikadon estämiseksi järven syvänteessä silloin kun järven pinta on jään peitossa. Nykyään järven happitilanne on niin hyvä, että käytössä on 4 ilmastinta, jotka sijaitsevat järven keskisyvänteellä Halosenniemen (Kuva 1) edustalla. Aikaisemmin käytössä on ollut 6 ilmastinta. (Aronsuu 2001, 10–11; Niinimäki & Penttinen, 2010, 267–269.)

Kosteikoita ja laskeutusaltaita on rakennettu suurimpien järveen laskevien purojen varalle ja suualueille. Niiden tarkoituksena on pidättää järveen valuvia ravinteita, pelloilta puroihin ja sitä kautta järveen valuvaa kiintoainetta ja haja-asutuksen hulevesiä, jotka ilman kosteikoita ja laskeutusaltaita valuisivat suoraan järveen. Veden vaihtuvuutta parantavia vesikasvien niittoja on tehty vuosittain, ja järven rantoja on ruopattu tarvittaessa. (Aronsuu 2001, 28–33.)

Tuusulanjärven valuma-alueella olevia maatiloja on neuvottu suorakylvömenetelmien käyttöönotossa ja peltujen ympärivuotista kasvipeitteisyyttä lisäävien viljelytapojen käyttöönotossa. Peltomaiden purojen ja ojien varalle on rakennettu suojapenkereitä. pidättämään ja sitomaan ravinteita sekä kiintoainetta, jotka muuten valuisivat ojien ja purojen kautta suoraan järveen. Maatiloja on myös neuvottu lannoitteiden käytön vähentämisessä. (Aronsuu 2001, 23–26.)

Lisävettä on johdettu Päijänne-tunnelista Rusutjärven kautta Vuohikkaanojan läpi Tuusulanjärveen vuodesta 1992 lähtien. Lisäveden johtamisen avulla pystytään säätelemään järven vedenkorkeutta. (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 1984, 122–124.)

Istutusrekisterin mukaan järveen on tehty kalaistutuksia vuodesta 1990 lähtien. Tuusulanjärveen on istutettu mateita (*Lota lota*), suutareita (*Tinca tinca*), kirjolohia (*Oncorhynchus mykiss*), karppeja (*Cyprinus carpio*), haukia (*Esox lucius*), toutaimia (*Aspius aspius*), järvisiikoja (*Coregonus lavaretus*), täpläräpuja (*Pacifastacus leniusculus*) ja ankeriaita (*Anguilla anguilla*). Istutukset on tehty vahvistamaan olemassa olevia petokalakantoja sekä virkistyskäyttöä ajatellen. Vuodesta 2006 lähtien (Kaavio1) järveen on istutettu pelkästään ankeriaita. (Savola 2017.)

Taulukko 1. Tuusulanjärven kalaistutukset vuosina 1997–2017.

<u>Vuosi</u>	<u>Laji</u>	<u>Määrä</u>	<u>Vuosi</u>	<u>Laji</u>	<u>Määrä</u>
1997	Made	15000	2002	Ankerias	5000
1997	Hauki	1500	2002	Siika	9000
1997	Hauki	6500	2002	Kirjolohi	300
1997	Hauki	5500	2002	Hauki	8500
1997	Kirjolohi	167	2003	Made	3240
1997	Kirjolohi	100	2003	Täpläräpu	300
1997	Ankerias	2500	2003	Karppi	760
1997	Ankerias	5000	2003	Kuha	10000
1997	Hauki	355	2003	Kuha	1080
1998	Toutain	2930	2004	Täpläräpu	2000
1998	Made	1333	2004	Kirjolohi	100
1998	Hauki	970	2004	Ankerias	5000
1998	Suutari	1100	2005	Hauki	1000
1999	Kirjolohi	325	2005	Ankerias	3000
1999	Hauki	20000	2006	Kirjolohi	100
1999	Karppi	243	2006	Ankerias	2500
2000	Täpläräpu	700	2007	Ankerias	2500
2000	Siika	4000	2008	Ankerias	2500
2000	Kirjolohi	143	2009	Ankerias	3000
2000	Hauki	5500	2010	Ankerias	2000
2000	Ankerias	3700	2011	Ankerias	3900
2000	Hauki	30000	2012	Ankerias	4000
2001	Hauki	9000	2013	Ankerias	5000
2001	Täpläräpu	1500	2013	Ankerias	3000
2001	Kirjolohi	145	2014	Ankerias	3000
2001	Hauki	13500	2015	Ankerias	3000
2002	Kirjolohi	115	2016	Ankerias	3000
2002	Hauki	1425	2017	Ankerias	3000

Ravintoketjukurinostus aloitettiin Tuusulanjärvessä keväällä 1997. Sen tarkoituksena on ollut vähentää järven sisäistä ravinnekuormitusta valikoivalla särkikalojen ja eläinplanktonia tehokkaasti ravinnokseen käyttävien kalojen pyynnillä. Tehopyynnin ja muiden järvellä tehtyjen hoitotoimenpiteiden seurauksena muun muassa kasviplanktonin (Kuvio 8) ja haitallisten sinilevien määrä on vähentynyt järvessä. (Keski-Uudenmaan Vesiensuojelun Liikelaitoskuntayhtymä 2017.) Myös kokonaisfosforin määrä järvessä väheni tehopyynnin ja tehoilmastuksen aloittamisen jälkeen (Kuviot 9 & 10). Ravintoketjukurinostuksella tarkoitetaan vuosittain toteutettua tehokalastusta. (Olin 2005, 6–7.)

4 TEHOHOKALASTUKSEN TOTEUTUS

Tuusulanjärven tehokalastus aloitettiin keväällä 1997. Kaloja on pyydetty pääasiallisesti nuottaamalla ja pyytämällä kaloja rysillä. Rysillä kalaa on pyydetty keväällä ja kesällä. Rysäkalastuksessa on käytetty isorysiä ja paunetteja eli avorysiä. Rysillä kalaa pyydettiin vuosina 1997–2005. Nuottapyyntneissä on käytetty talvinuottaa, kurenuottaa ja tavanomaista nuottaa. Nuottaamalla kalaa on pyydetty syksyllä, talvella ja keväällä. Talvinuottauksia tehtiin vuosina 1998, 1999, 2003 ja 2007. Kevätnuottauksia tehtiin vuosina 1998, 1999 ja 2003. Syysnuottauksia on tehty kaikkina tehokalastusvuosina. Nuottavetojen pituudet avovesiaikana ovat olleet 150–500 metrin mittaisia. Talvella nuottavedon pituudet ovat olleet 600–900 metrin mittaisia. Nuotta-apajien vetokohteet on valittu paikallistamalla kalaparvien sijainnit kaikuluotaamalla. (Sammalkorpi 2000, 5.) Vuodesta 2008 lähtien tehopyynti on tapahtunut pelkästään nuottaamalla syksyisin (Kuvio 2).

Tehokalastuksen alustavaksi saalistavoitteeksi asetettiin pyytää särkikaloja 200 kilogrammaa/hehtaari/vuosi kolmena ensimmäisenä pyyntivuotena. Tämä laskentamalli perustui Ilkka Sammalkorven tekemään laskelmaan, jossa tavoiteltu kalojen pyyntimäärä oli laskettu järven fosforipitoisuuden perusteella. Järven vahvan kuhakannan takia kalastuksen toivottiin kohdistuvan valikoivasti särkikaloihin, kuhia vahingoittamatta. (Sammalkorpi 2000, 4; Olin 2005, 12.)

Saaliskalojen lajisuhteet, koot ja painot, selvitettiin ottamalla saaliista osanäytteitä. Saaliiden kokonaispainot mitattiin tilavuuden perusteella. Tärkeimpien saalislajien pituusjakaumat selvitettiin. Saaliiden otoskoot olivat 10 % kokonaissaaliin painosta.

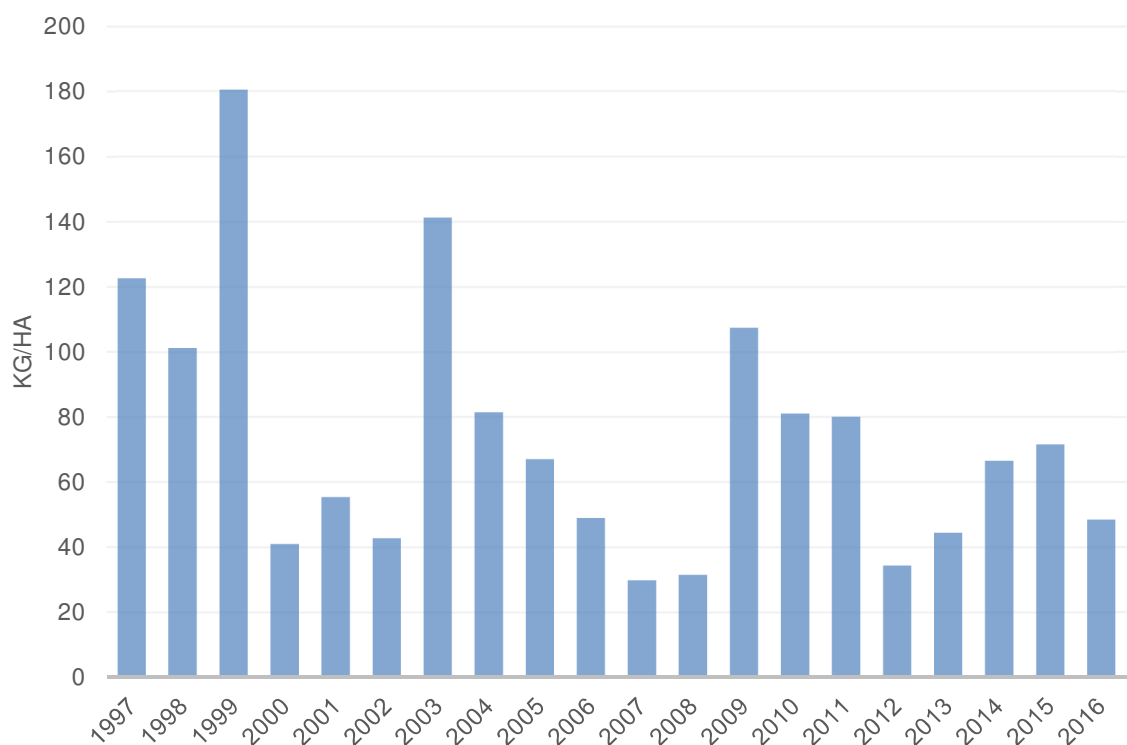
Tehokalastuksen tavoitteena on ollut kunnostaa Tuusulanjärven ravintoketjua eli järven kalaston lajisuhteita valikoivalla ja voimakkaasti särkikaloihin kohdistuvalla pyynnillä. Ravintoketjukurinostuksen avulla on pyritty parantamaan järven vedenlaadun tilaa vähentämällä järven sisäistä fosforikuormitusta. Alussa voimallisesti toteutetun tehokalastusjakson jälkeen särkikalojen pyyntiä on jatkettu jokavuotisilla syysnuottauksilla aikaseksi saadun järven tilan ylläpitämiseksi. Syysnuottauksia tullaan jatkamaan tulevana vuosina koska särkikalojen pyynti nuottaamalla syksyisin on edullinen ja tehokas tapa toteuttaa ravintoketjukurinostusta. (Sammalkorpi 2000, 4; Olin 2005 7–8.)

Tehokalastuksen pyynnin tarpeellisuuden arvioimiseksi ja järven kalaston lajisuhteiden ja määrän arvioimiseksi on tehty erilaisia kalastotutkimuksia. Näihin toimenpiteisiin on sisällynyt muun muassa säännöllisesti toteutetut koeverkkokalastukset, kalaparvien kaikuluotaustutkimukset ja koetroolaukset. (Joensuu 2002, 14–16.)

Nykyisten saalistavoitteiden määrittäminen on perustunut särkikalojen populaatiotutkimusten mukaisiin suosituksiin. Pyynti tulee tulevaisuudessa kohdistumaan pääosin lahnaparvien poistamiseen. Tulevien vuosien saalistavoite on poistaa noin 30 tonnia kalaa vuodessa tarvittaessa. Myös ankeriasistutuksia tullaan jatkamaan. (Keski-Uudenmaan Vesiensojtelun Liikelaitoskuntayhtymä 2017.)

5 TEHOKALASTUKSEN TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Tuusulanjärven tehokalastuksen yhteissaaliiksi saatiin vuosina 1997–2016 yhteensä 878 532 kilogrammaa kalaa. Kappalemääräisesti tämä tarkoittaa yhteensä yli 143 miljoonaa pyydettyä kalaa. Hehtaarikohtainen keskisaalis oli 73,7 kilogrammaa hehtaarilta vuodessa vuosien 1997–2016 välisenä aikana. Saaliin kertymä oli 1475,2 kilogrammaa hehtaarilta vuoden 2016 loppuun mennessä. (kuviot 1, 2 & 3).



Kuvio 1. Tehokalastuksen vuosisaaliit kilogrammaa/hehtaari vuosina 1997–2016.

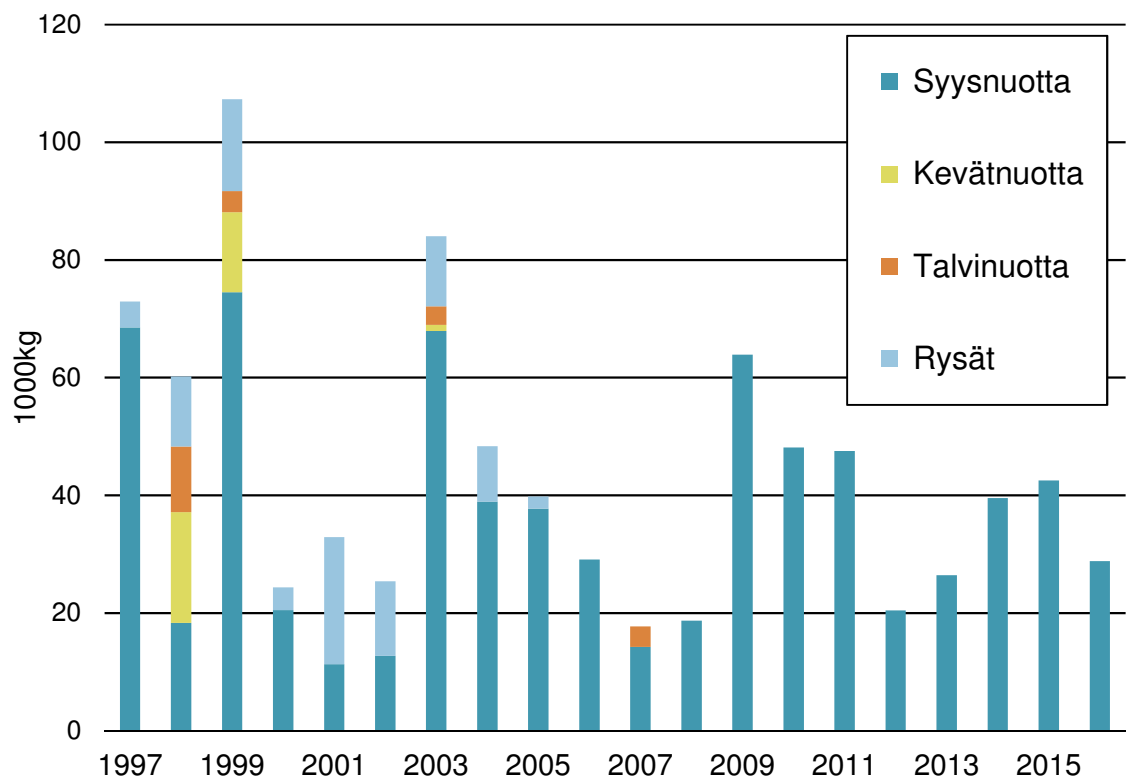
Tehokalastussaaliin vuosikohtaisen saalismäärän vaihtelun vertailu ei anna todellista kuvaa tehokalastuksen onnistumisesta, koska tehokalastuksen alussa kaloja pyydettiin useammalla pyyntitavalla ja kaikkina vuodenaikoina. Myös nuottausten vetomäärät ja nuottavetojen pituudet ovat vaihdelleet vuosittain (Taulukko 2). Pyyntiponnistusten tehoon ovat vaikuttaneet sääolosuhteet sekä kalojen parveutumiskäyttäytyminen. Särkikalat eivät parveudu järven veden ollessa sameaa. (Olin & Rask 2000, 14.)

Taulukko 2. Syysnuottausten vetomäärät ja saaliskoot vuosilta 1997–2016 (Särkikalat: särki, lahna ja pasuri. Muut kalat: ahven, kiiski, kuore, sorva, salakka, kuha 0+).

vuosi	aika	vetoja	saalis (1000kg)	särkikalat (1000kg)	muut kalat (1000kg)	kaikki kalat kg/apaja	särkikala kg/apaja
1997	26.9.-31.10.	27	68,5	39,8	28,7	2537	1474
1998	1.10.-5.11.	25	18,3	8,3	10	732	332
1999	31.8.-14.11.	96	74,5	48,6	25,9	776	506
2000	7.9.-30.11.	33	20,5	13,5	6,98	621	409
2001	2.10.-1.11	18	11,3	7,5	3,81	628	417
2002	28.8.-18.10.	31	12,7	7,1	5,6	410	229
2003	2.9.-18.11.	91	67,9	54,3	13,6	746	597
2004	6.9.-11.11.	71	38,9	35	3,933	548	493
2005	20.9.-12.11	71	37,7	20,2	17,5	531	285
2006	13.10.-18.12	43	29,1	21,4	7,7	677	498
2007	13.10.-23.11.	43	14,2	11,9	2,31	330	277
2008	1.9.-18.11	61	18,7	15,7	3	307	257
2009	17.9.-11.11	57	63,9	40,4	23,5	1121	709
2010	13.9.-4.11	53	48,1	34,6	13,5	908	653
2011	5.9.-11.11.	62	47,4	39	8,4	765	629
2012	17.9.-28.11.	46	20,4	18,7	1,7	443	407
2013	16.9.-23.11.	55	25,3	21	4,3	460	382
2014	6.10.-30.11	58	39,5	31,9	7,6	681	550
2015	6.10.-2.12.15	45	42,5	35,4	7,1	944	787
2016	10.10.-27.11.	33	28,8	21,6	7,2	873	655

Parhaat vetokohtaiset saaliit saatiin heti tehopyynnin alussa vuonna 1997. Vetokohtaisten saalismäärien vaihteluun on vaikuttanut kalojen parveutumiskäyttäytyminen, nuottavetojen pituudet ja nuottausten aikana vallinnut sää.

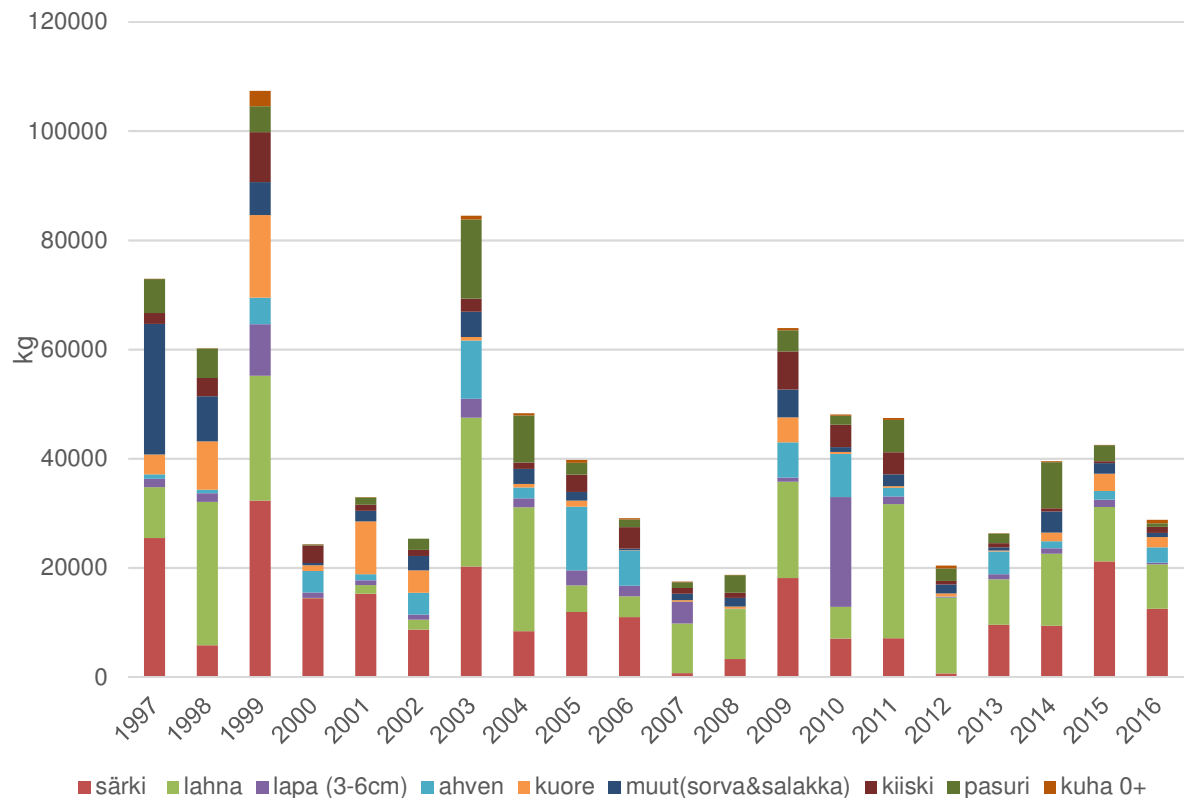
Nuottauksen kokonaissaaliis oli 784,3 tonnia koko tarkastelujakson aikana, eli vuosina 1997–2016. Rysäpyynnin yhteissaalis oli 94,3 tonnia vuosina 1997–2005. Talvinuottauksen yhteissaalis 21,5 tonnia. Talvinuottauksia tehtiin neljänä vuotena. Ne tehtiin vuosina 1998, 1999, 2003 ja 2007. Kevätuottauksen yhteissaalis oli 33,5 tonnia. Kevätuottauksia tehtiin vuosina 1998, 1999 ja 2003. Syysnuottauksia on tehty läpi tehokalastusjakson, eli syksystä 1997 lähtien. Syysnuottausten kokonaissaalis oli 729,4 tonnia vuoden 2016 loppuun mennessä (Kuvio 2).



Kuvio 2. Pyydyskohtainen saalisjakauma Tuusulanjärven tehokalastussaaliissa vuosina 1997–2016.

Tehokalastuksissa on siirrytty käyttämään pelkkää syysnuottaa vuoden 2007 jälkeen (Kuvio 2).

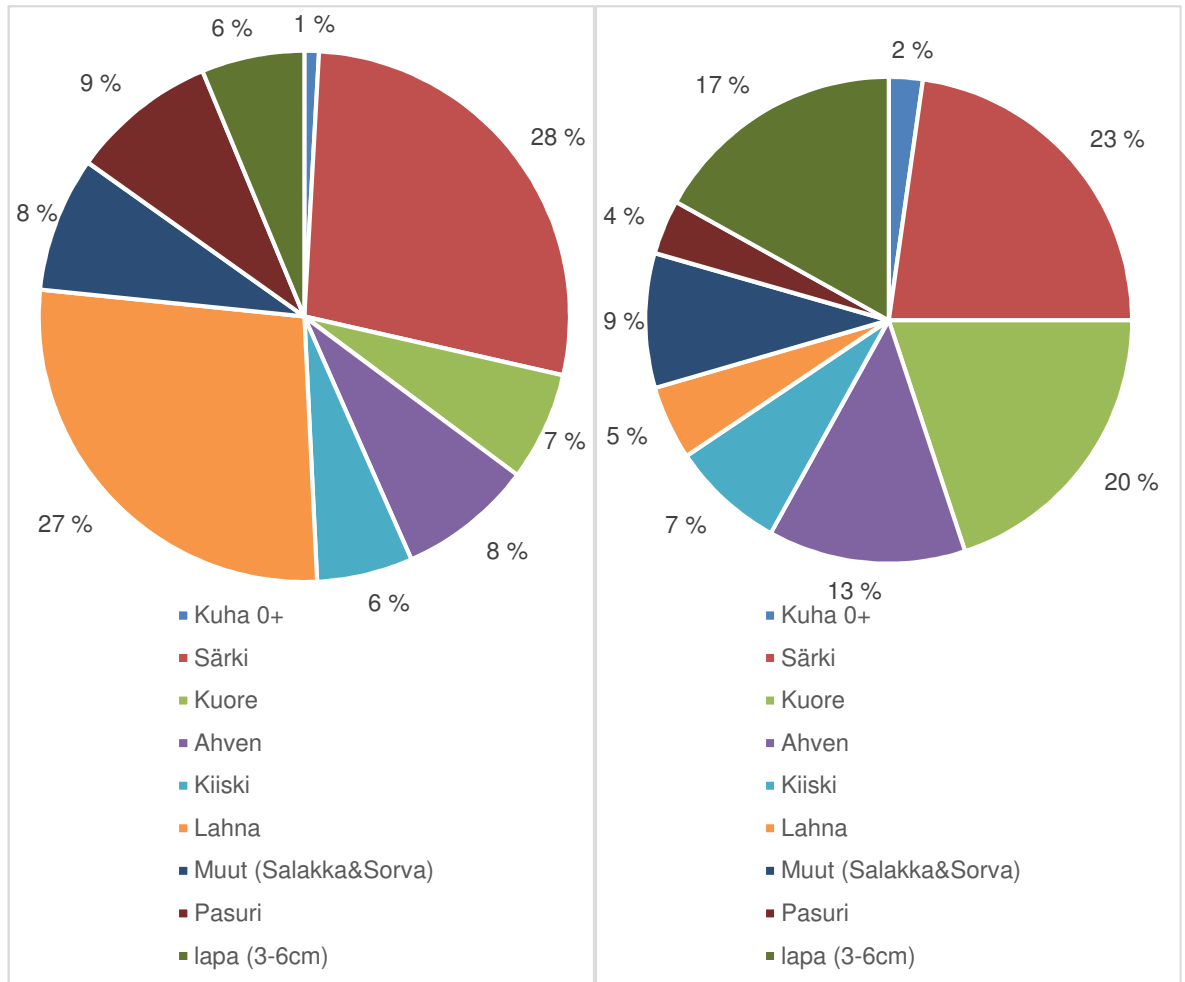
Tehokalastuksen tärkeimmät saalislajit kalojen massan mukaan olivat särki (*Rutilus rutilus*), lahna (*Abramis brama*), pasuri (*Blicca bjoernna*), ahven (*Perca fluviatilis*), kuore (*Osmerus eperlanus*) ja kiiski (*Gymnocephalus cernuus*). Muihin kaloihin viitattaessa tarkoitetaan salakkaa (*Alburnus alburnus*) ja sorvaa (*Scardinius erythrophthalmus*). Pienet, 3–6 cm mittaiset, lahnat ja pasurit on jätetty erottelematta toisistaan, ne on esitetty lapa-nimikkeellä (Kuvio 3). Sivusaalina pyydytetyt petokalat on pyritty vapauttamaan takaisin järveen.



Kuvio 3. Kokonaissaaliin vuosikohtainen lajijakauma massan mukaan vuosina 1997–2016

Kuoreen osuus tehopyynnin saaliin massasta ja kappalemäärästä oli tehopyynnin alussa melko korkea. Kuoreen osuus saaliista on romahtanut vuoden 2002 jälkeen. Syitä kuorekannan romahtamiseen lienevät vaivanneet loiset, suuret saaliit tehokalastuksessa pyynnin alussa (Kuvio 3), sekä tehoilmastus joka on lämmittänyt järven syvänteen alusvettä ja aiheuttanut kaloille stressiä. (Malinen ym. 2015, 3 & 12.)

Särjen osuus tehokalastuksen saaliin kokonaismassasata oli 28 %, Lahnan 27 %. Pasurin osuus oli 8 %. Ahvenen ja muiden kalojen (salakka & sorva) osuus oli 8 %. Kuoreen osuus oli 7 %. Kiisken ja pienten lahnojen ja pasureiden (lapa) osuudet saaliin kokonaismassasta olivat 6 %. Pienten kuhien osuus oli 1 % (kuvio 4). Särjen ja lahnan osuus kokonaismassasta oli yhteensä yli 50 % ja niiden yhteenlaskettu osuus kokonaiskappalemäärästä oli alle 30 %.

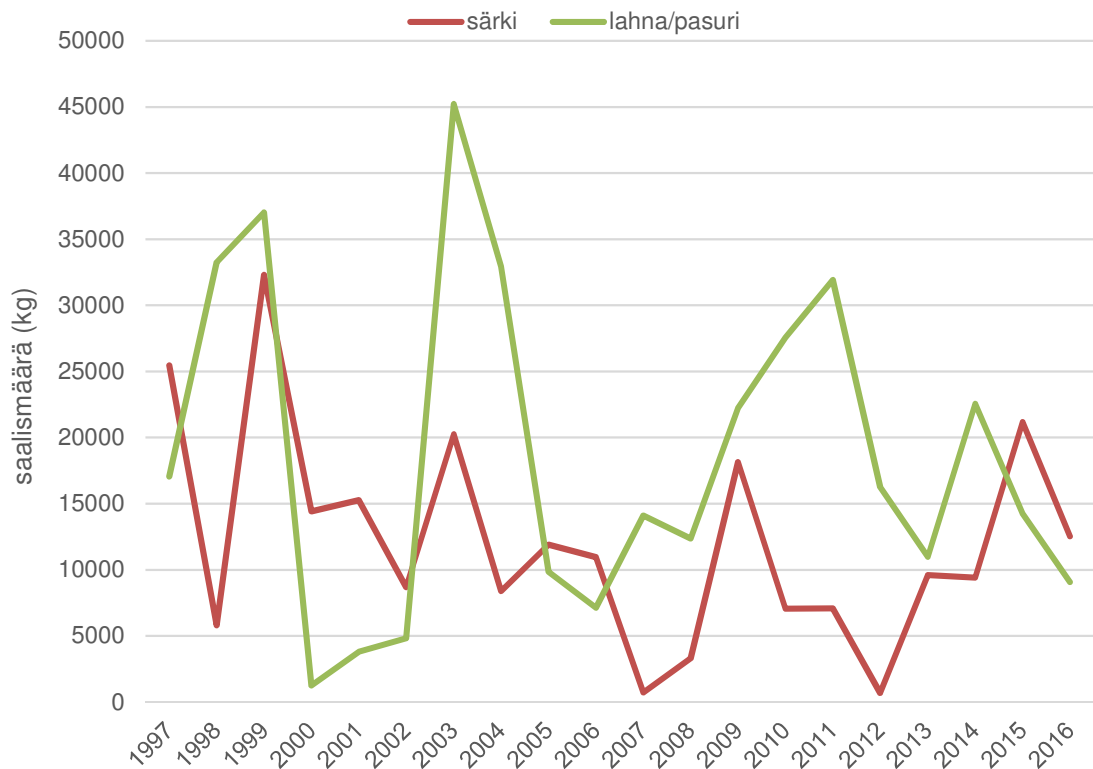


Kuvio 4. & Kuvio 5. Tuusulanjärven tehokalastusten saalisjakauma massan (vasemmanpuoleinen kuvio) ja kappalemäärän (oikeanpuoleinen kuvio) mukaan vuosina 1997–2016.

Tarkastelujaksolla vuosina 1997–2016 saatiin saaliiksi yhteensä yli 143 miljoona kalaa, hehtaarikohtainen kalansaalis oli 242 640 kappaletta hehtaarilla. Kappalemääräisesti tarkastelujakson 1997–2016 runsaslukuisin laji oli särki, sen osuus kokonaissaaliista oli 23 %. Kappalemääräisesti tämä tarkoittaa yli 32 miljoonaa pyydettyä kalaa. Toiseksi runsaslukuisin laji oli kuore, sen osuus kokonaissaaliista oli 20 %, kappalemääräisesti tämä tarkoittaa yli 28 miljoonaa pyydettyä kalaa. Kolmanneksi runsaslukuisin lajiryhmä

olivat pienet, 3–6 cm mittaiset, lahnat ja pasurit (lapa), jotka on jätetty erottelematta toisistaan lajimäärityksiä tehdessä. Niiden osuus saaliista oli 17 %, kappalemäärisesti tämä tarkoittaa yli 24 miljoonaa pyydettyä kalaa (Kuvio 5).

Särjen, lahnan ja pasurin saalismäärät ovat pysyneet korkeina läpi tarkastelujakson. Niiden vuosittaiset saalismäärät ovat vaihdelleet tasaisesti. Hyvien saalisvuosien jälkeen särjen lahnan ja pasurin saalismäärät ovat pienentyneet selkeästi. Kannat ovat kuitenkin kasvaneet takaisin muutaman vuoden jälkeen, todennäköisesti hyvän poikastuotannon ansiosta. Myös järven ravintoverkossa on ollut tilaa niiden lisääntymiselle tehopyynnin seurauksena (Kuviot 6 & 7). (Olin & Rask 2000, 14–15.)

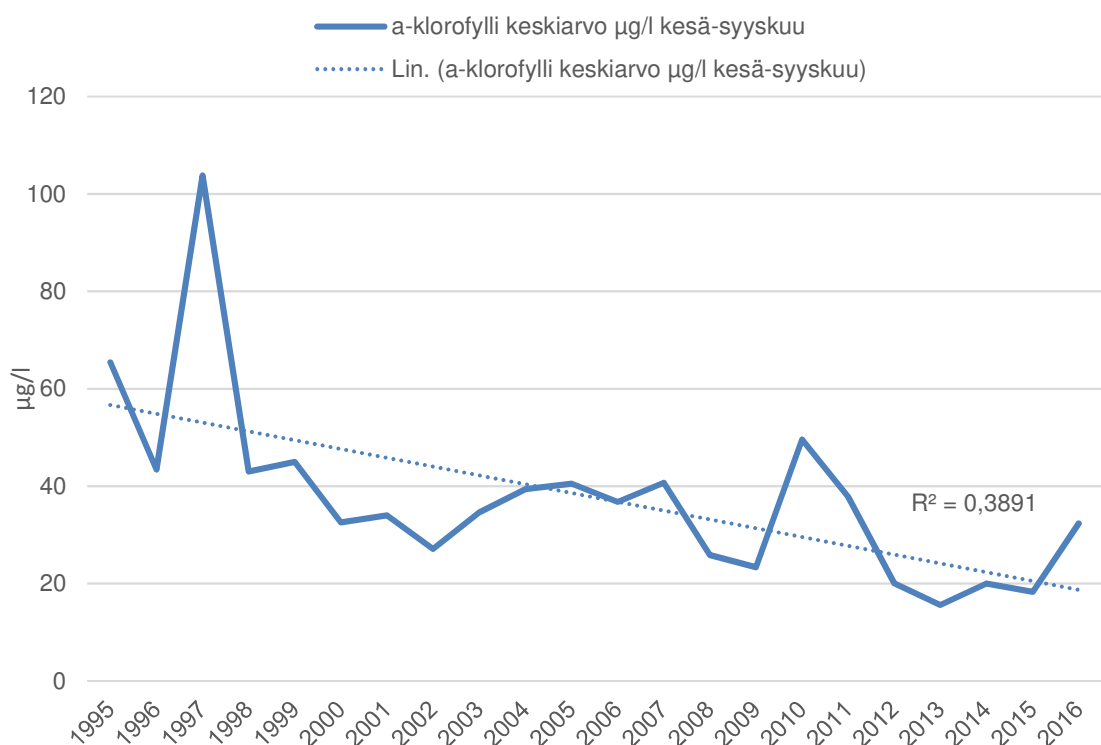


Kuvio 6. Särjen, lahnan ja pasurin määrän vaihtelu tehokalastussaalessa vuosina 1997–2016.

Lahna on nykyään tärkein saalislaji toteutetuissa syysnuottauksissa (Keski-Uudenmaan Vesiensuojelun Liikelaitoskuntayhtymä 2017).

6 HOITOTOIMENPITEDEN VAIKUTUKSET JÄRVEN VEDENLAATUUN

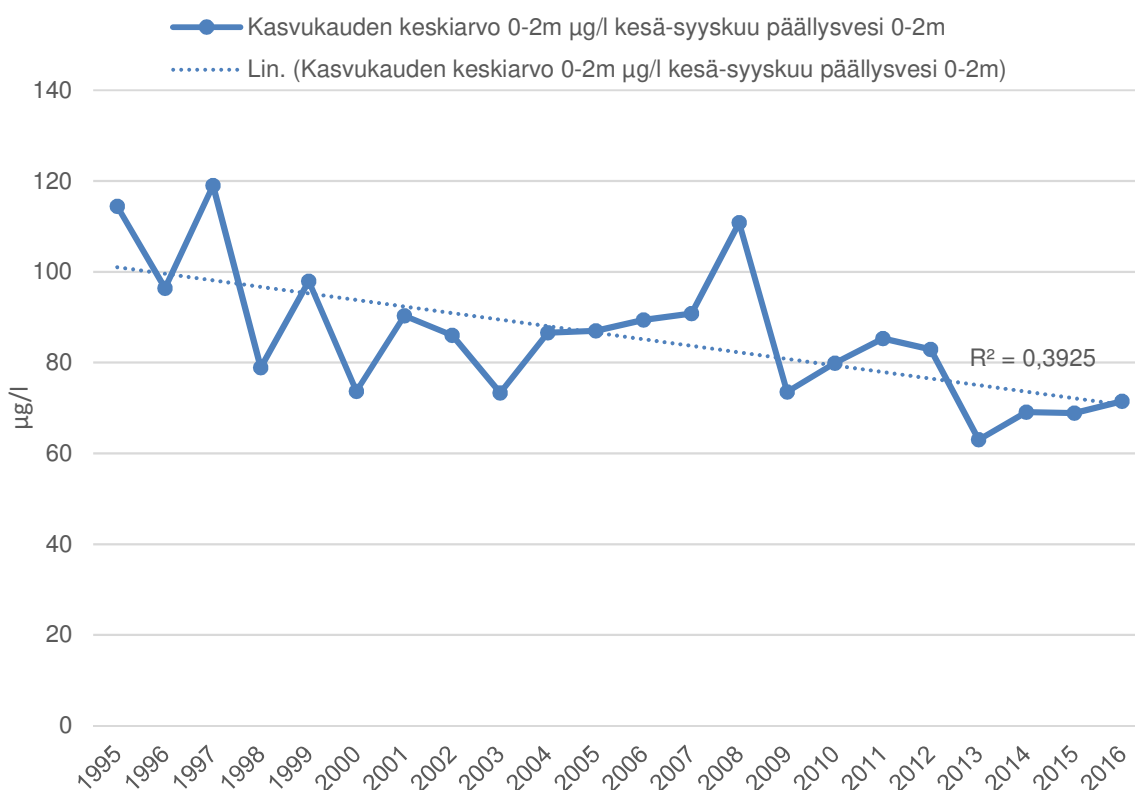
Ravintoketjukurinostuksen ja vaikutukset voivat näkyä nopeastikin järven vedenlaadun paranemisessa. Tällaisia nopeita vedenlaadun paranemisen merkkejä ovat esimerkiksi näkösyvyyden paraneminen, a-klorofyllipitoisuuden määrän väheneminen pintavedessä, sekä kokonaisfosforin määrän väheneminen. Pidempiaikaisia vaikutuksia ovat esimerkiksi alusveden happitilanteen paraneminen sekä uposkasvillisuuden leviäminen järvessä. (Olin & Ruuhijärvi 1998, 55.) Tuusulanjärvessä a-klorofyllin ja kokonaisfosforin määrät alenivat tehopyynnin alettua (Kuviot 8, 9 & 10).



Kuvio 7. a-klorofylli kasvukauden keskiarvo (kesä-syyskuu) Tuusulanjärven syvänteellä vuosina 1995–2016 (päälyysvesi 0–2 metriä).

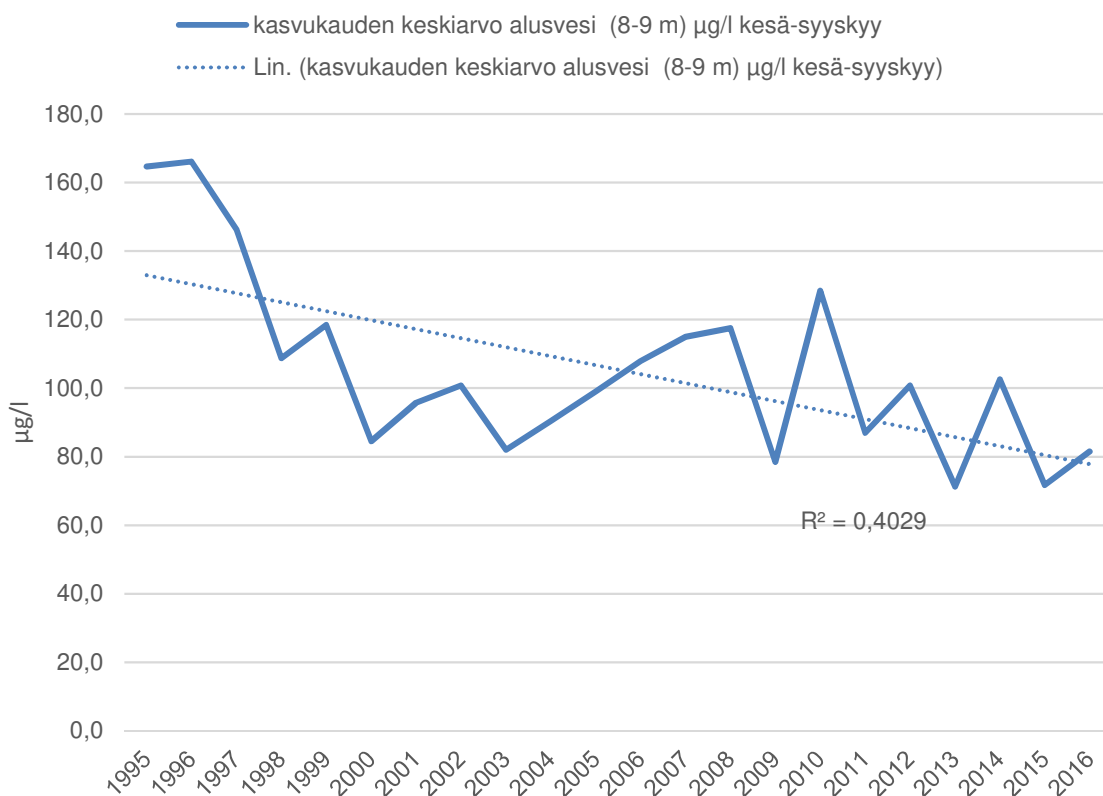
Tehokalastusjakson aikana a-klorofyllin määrä on laskenut merkittävästi järvessä. Tehokalastuksen alussa a-klorofyllin vuosikohtaiset keskiarvopitoisuudet kasvukaudella olivat jopa yli 100 mikrogrammaa/litrassa. Tehokalastuksen edetessä a-klorofyllin taso laski kasvukauden keskiarvoltaan noin 40 mikrogrammaan/litrassa ja parhaimpina vuosina se alitti jopa 20 mikrogrammaa/litrassa arvon (Kuvio 9). a-klorofyllin arvot on mitattu järven keskisyvänteeseen kohdalta päälyysvedestä 0–2 metristä. a-klorofyllin keskiarvo on laskettu kasvukaudella (kesä-syyskuu) mitatuista arvoista.

Selkeä kokonaisfosforin määrän väheneminen päällyksvedessä ja alusvedessä vuoden 1997 jälkeen selittyy särkikalojen tehopyynnin aloittamisella vuonna 1997 ja tehoilmastuksen aloittamisella vuonna 1998. Kokonaisfosforin taso järvessä on pysytellyt vuoden 1998 jälkeen tasaisen korkeana koko tarkastelujakson aikana. Syy tähän on järveä vaivaava suuri ulkoinen kuormitus, sekä edelleen järveä vaivaava korkea sisäinen kuormitus. (Muukkonen 2009, 6–7.) Vuosikohtaisiin kokonaisfosforin vaihteluihin ovat vaikuttaneet myös valuma-alueelta järveen kulkeutuneet ravinteet. Kokonaisfosforin keskiarvot on laskettu kasvukauden (kesä-syyskuu) arvoista (Kuviot 10 & 11).



Kuvio 8. Kokonaisfosfori päällyksvesi (0-2 metriä) kasvukauden keskiarvo Tuusulanjärven syvänteellä 1995–2016.

Kokonaisfosforin määrän pienentymiseen tehopyynnin alussa, ja sen määrän vaihteluun tehopyynnin jatkuessa, on voinut vaikuttaa kokonaisfosforin poistuma pyydetyn kalabiomassan mukana. Syksyllä 1999 tehtyjen mittausten mukaan tehopyynnin mukana poistettujen kalojen sisältämä fosforimäärä oli keskimäärin 0,7 % niiden tuorepainosta. Tämä tarkoittaa 1700 kilogrammaa poistettua fosforia vuonna 1999. (Olin & Ruuhijärvi 2000, 12.)



Kuvio 9. Kokonaisfosfori alusvesi (8-9 metriä) kasvukauden keskiarvo Tuusulanjärven syvänteellä 1995– 2016.

Jos fosforin määrä kalojen tuorepainossa on pysynyt samana koko tarkastelujakson aikana, fosforin poistuminen järvestä kalojen biomassan mukana voi olla merkittävä tekijä järven sisäisen kuormituksen pienentämisessä.

7 YHTEENVETO JA POHDINTAA

Tuusulanjärven ravintoketjukurinnotus eli järvellä toteutettu särkikaloihin valikoivasti kohdistuva tehokalastus aloitettiin keväällä 1997. Kalaa pyydettiin aluksi rysillä keväällä ja kesällä. Pyyntiä jatkettiin saman vuoden syksyllä nuottapyyntineillä. Tehopyynti on jatkunut vuodesta 1997 näihin päiviin saakka. Tehopyynnissä on käytetty pyyntivälinenä isorysiä, paunetteja, kurenuottaa ja nuottaa. Tehopyynnin alussa kalaa pyydettiin kaikkina vuodenaikoina. Vuodesta 2008 lähtien kaloja on pyydetty pelkästään nuottaamalla syksyisin. Tehopyyntiä tullaan jatkamaan tulevina vuosina.

Työn tarkoituksena oli esitellä Tuusulanjärvessä toteutettuja järven tilan parantamiseksi tehtyjä hoitotoimenpiteitä ja keskittyä erityisesti järvessä toteutettuun ravintoketjukurinnotuksen osaan eli särkikaloiden tehopyyntiin vuosina 1997–2016. Tehokalastusten lisäksi järveen on istutettu petokaloja tukemaan ravintoketjukurinnotusta. Tehokalastuksilla on pyritty vaikuttamaan järven kalaston lajisuhteiden muuttamiseen ja järven sisäisen kuormituksen määrän vähentämiseen poistamalla särkikaloihin järvestä. Työssä tarkasteltiin toteutettujen tehokalastusten saalismääriä ja lajisuhteita ja pohdittiin, millä tavoin tehokalastukset ovat vaikuttaneet Tuusulanjärven tilaan.

Tehokalastuksissa saaliiksi saatiin yhteensä 878 523 kilogrammaa kalaa, joka tarkoittaa kappalemääräisesti yli 140 miljoonaa pyydettyä kalaa tarkastelujakson aikana eli vuosina 1997–2016. Keskimääräinen tehopyynnin hehtaarisaalessa oli 73,7 kilogrammaa hehtaarilta ja saaliskertymä oli 1475,2 kilogrammaa hehtaarilta vuosien 1997–2016 välisenä aikana. Pyydetyimmät saalislajit massan mukaan olivat särki (*Rutilus rutilus*) ja lahna (*Abramis brama*). Kappalemääräisesti pyydetyimmät lajit olivat särki (*Rutilus rutilus*) ja kuore (*Osmerus eperlanus*). Tuusulanjärven kalasto on edelleen särkikalavaltainen ja tulevaisuudessa tehopyynti tulee kohdistumaan lahnaparvien pyyntiin. (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymä 2017.)

Tuusulanjärven pitkäjänteinen kunnostustyö on tuottanut hyviä tuloksia. Järven vedenlaatu on parantunut huomattavasti tehopyynnin ja muiden järvellä tehtyjen kunnostustöiden aloittamisen jälkeen. Tehopyynti on onnistunut hyvin, ja se näkyy esimerkiksi järven kasviplanktonin määrän vähenemisenä ja kokonaisfosforin määrän pienentymisenä järvessä tehokalastuksen aloittamisen jälkeen. Myös haitallisten sinilevien määrä järvestä on vähentynyt merkittävästi. (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymä 2017.) Ravintoketjukurinnotusta tulee jatkaa kalastotutkimusten osoittamalla tavalla koska järveä vaivaava korkea ulkoinen kuormitus ei ole laskenut merkittävästi tehopyynnin aloittamisen jälkeen. (Muukkonen 2009, 6–7.)

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat haasteet koettelevat myös Tuusulanjärveä. Ilmastonmuutoksen mukana talviaikainen sateisuus ja sen myötä eroosio tulee lisääntymään ja ravinteita tulee huuhtoutumaan vesistöihin yhä enemmän. Tulevaisuudessa pitää kiinnittää huomiota etenkin järven ulkoisen kuormituksen lähteiden kuriin saamiseksi.

LÄHTEET

Aronsuu I. (toim.) 2001. Tuusulanjärven kunnostusprojekti vuonna 2000 Uudenmaan Ympäristökeskus. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä: Helsinki.

Joensuu I. (toim.) 2002. Tuusulanjärven kunnostusprojekti vuonna 2001 Uudenmaan Ympäristökeskus. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä: Helsinki.

Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymä 2017. Tuusulanjärven kunnostushanke Toimintasuunnitelma vuosille 2017-2021 [Viitattu 30.11.2017 & 15.12.2017]. www.tuusulanjarvi.org > toimenpiteet

Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymä 2017 [Viitattu 30.11.2017]. www.tuusulanjarvi.org > Kunnostushanke

Kilpinen, K. 2002 Kalaveden hoito. Vammala: Kalatalouden keskusliitto n: o 146.

Maanmittauslaitos 2017. Avoimien aineistojen tiedostopalvelu. [Viitattu 15.12.2017]. www.maanmittauslaitos.fi > avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu

Malinen, T.; Vinni, M.; Vesala, S.; Ruuhijärvi, J. 2015. Tuusulanjärven ulappa-alueen kalayhteisö kesällä 2015. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos, akvaattiset tiedet. Luonnonvarakeskus: Helsinki.

Muukkonen, P. 2009. Tuusulanjärven vesitase ja ravinnetaseet vuosina 1990-2009. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 2017 [Viitattu 15.12.2017]. www.tuusulanjarvi.org > vedenlaadun-seuranta

Niinimäki, J.; Penttinen, K. 2010. Vesiensuojelun perusteet ja vesistöjen kunnostus. Opetushallitus: Tampere.

Olin, M. 2005. Fish communities in South-Finnish lake and their responses to biomanipulation assessed by experimental gillnetting. Helsinki: Department of Biological and Environmental Sciences. Aquatic Sciences: Helsinki.

Olin, M.; Rask, M. (toim.) 2000. Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurinostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999, Kala- ja Riistaraportteja nro 184. Riista ja Kalatutkimus: Helsinki.

Olin, M.; Rask, M. (toim.) 2004. Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurinostuksen kalatutkimuksia vuosina 2000-2003 Kala- ja Riistaraportteja nro 324. Riista ja Kalatutkimus: Helsinki.

Sammalkorpi, I. 2000. Särkikalajien tehokallastukset Tuusulanjärvellä 1997-1999 Raportissa: Olin ja Rask (toim.): Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurinostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999 Kala- ja Riistaraportteja nro 184. Riista ja Kalatutkimus: Helsinki.

Savola, Petri 2017: Istutusrekisteri. Yksityinen sähköpostiviesti 29.11.2017. Viestin saaja: Jari Kosonen.

Tuusulanjärven kunnostussuunnitelma; 1984. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntaliitto: Vantaa.